VISÃO 2035:
Brasil, país desenvolvido
Agendas setoriais para o desenvolvimento

AEROESPAÇO & DEFESA (A&D)

AEROSPACE & DEFENSE

Sérgio Bittencourt Varella Gomes
João Alfredo Barcellos
Nelson Tucci
Sérgio Leite Schmitt Correa Filho
Luiz Daniel Willcox de Souza*

P. 209-234

* Respectivamente, engenheiro e gerente com PhD em Dinâmica de Voo (Cranfield University, Inglaterra), arquiteto com mestrado em Engenharia Civil/Área de Transportes pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), engenheiro com mestrado em Sistemas de Potência/Área de Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (USP), lotados no Departamento de Apoio às Exportações do Setor Aeronáutico, da Área de Comércio Exterior do BNDES; e engenheiro com mestrado em Engenharia Industrial, ênfase Finanças Corporativas, pela PUC-Rio, e economista e gerente, lotados no Departamento de Bens de Capital, Mobilidade e Defesa, da Área de Indústrias de Base do BNDES. Os autores agradecem as contribuições recebidas do Brigadeiro Vital da Comissão de Coordenação e Implantação de Sistemas Espaciais (CCISE) do Comando da Aeronáutica e do engenheiro José Serrador Neto, diretor-secretário da Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (Aiab).

Resumo

A visão 2035 para o setor foi dividida em três etapas de graus crescentes quanto às dificuldades de implantação: os entraves atuais ao setor, como potencializar o seu desenvolvimento e qual seria uma agenda de transformação setorial. Em cada caso, prevaleceu a separação entre os segmentos de aeroespaço e de defesa, embora as empresas envolvidas sejam quase sempre as mesmas em ambos. Na primeira parte, faz-se um diagnóstico da situação atual, na segunda apontam-se os instrumentos para um significativo salto à frente e, na última, extrapola-se para um quadro setorial que, apesar de parecer distante, é perfeitamente factível para 2035. Partindo da experiência mundial mostra-se que é por meio de decisões de Estado que os países desenvolvem e mantêm seu setor de A&D. Isso tem foco contínuo em investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação PD&I, única forma de atuar no mercado globalizado dessa indústria. Compras governamentais e encomendas tecnológicas por parte dos governos complementam o quadro. O Brasil ainda está longe de incorporar essa agenda setorial comum aos demais países, mas já deu alguns passos significativos, que são colocados em seu devido contexto no presente capítulo.

Palavras-chave: Aeroespaço. Defesa. Investimento. Pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I).

Abstract

The 2035 vision for the industry was divided into three phases with increasing degrees in relation to the difficulties of deployment: the current barriers faced by the sector, such as optimizing its development and defining its transformation agenda. In each case, the separation between the aerospace and defense segments prevailed, although the enterprises involved are almost always the same in both. In the first part, a diagnosis of the current situation is made; in the second, the instruments needed for a significant leap forward are indicated and, at last, a sectoral framework which, despite seeming distant, is perfectly feasible for 2035, is devised. The world experience shows that it is through the State's decisions that countries develop and maintain their A&D sector, the continuous focus on investment in research, development and innovation (R,D&I) being the only way of acting in the global market of this industry. Government procurement and technological purchases complement this framework. Brazil is still far from incorporating this sector agenda common to other countries, but has already made some significant advances, which are put in their due context in this chapter.

Keywords: *Aerospace. Defense. Investment. Research, development and innovation (RD&I).*

Introdução

Nos países em que a indústria de aeroespaço & defesa (A&D) é significativa, o setor tem se caracterizado como um dos mais dinâmicos, por envolver um processo contínuo de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em escala industrial. Isso se reflete na utilização de pessoal altamente qualificado e com rendimento médio superior à maioria dos demais setores industriais, com resultados positivos para as economias locais e regionais. Em muitos casos, os avanços tecnológicos obtidos acabam tendo utilidade para além das aplicações específicas em A&D.

Um dos elementos que diferenciam o setor de A&D na economia de um país é o alto comprometimento do governo. Isso ocorre não só no aporte de recursos públicos para PD&I a instituições públicas e privadas, mas também pelos produtos assim desenvolvidos, notadamente no segmento de defesa. São produtos que, tanto no segmento aeronáutico quanto no de defesa, são exportados, uma vez que seus clientes se encontram espalhados pelo mercado global. É importante destacar que os investimentos no setor de A&D têm o potencial de alavancar novos investimentos em outros setores da economia. Isso porque o desenvolvimento de PD&I de A&D gera aplicações para uso tanto civil quanto de defesa.

No Brasil, conforme Gomes, Barcellos e Fonseca (2017), a participação do BNDES como agência de crédito à exportação tem sido um dos elementos fundamentais para assegurar e ampliar as exportações brasileiras no setor de A&D, em forma e conteúdo equivalentes à atuação de instituições correspondentes nos países centrais. Todavia, o Brasil ainda carece de outras ações capazes de consolidar sua posição nesse setor.

Este capítulo tem por finalidade dar continuidade ao texto *Panoramas setoriais 2030: aeroespaço e defesa* (GOMES; BARCELLOS; FONSECA, 2017). Para facilitar a exposição, será feito o seguinte recorte dos segmentos de A&D: "aeronáutica" fará referência à indústria de aeronaves civis, para uso comercial, executivo, de lazer ou desportivo; "defesa" fará referência à indústria de material bélico em geral, incluindo aeronaves de emprego militar. A indústria espacial não será aqui abordada de forma específica, mas será citada nas proposições comuns aos demais segmentos. Por outro lado, se esse recorte é válido para efeitos de análise econômica e para políticas públicas, dificilmente se reproduz no nível da firma: empresas de A&D têm, geralmente, operações ligadas a aeronáutica, defesa e, em menor grau, ao segmento espacial.

Na seção seguinte, são abordados alguns dos entraves aos investimentos, seguidos de oportunidades ora existentes e formas de sua implementação. Na terceira seção, é proposta uma agenda de transformação para o setor e, por último, são feitas as considerações finais.

Alguns entraves aos investimentos do setor de A&D

O setor industrial de A&D do Brasil passou a ter mais proeminência a partir da década de 1960, graças aos esforços pioneiros (das décadas de 1940 e 1950), por meio da funda-

ção das escolas de engenharia do Exército – o Instituto Militar de Engenharia (IME) – e da Aeronáutica – o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Tais escolas nuclearam os respectivos centros de pesquisa e desenvolvimento, os quais se ocuparam de tecnologias de uso dual (civil e de defesa), repassadas ao longo do tempo para indústrias estatais ou privadas do setor (como a Embraer e a Imbel).

No entanto, diferentemente de outras nações, os investimentos alocados para o desenvolvimento dessa cadeia produtiva não têm sido suficientes para ampliar significativamente o número ou o porte de empresas que atuam no setor.

Considerando-se o segmento de defesa, por exemplo, quando comparado a outros países,[1] o consumo interno e as exportações de produtos de A&D ainda estão aquém do seu potencial. Se o Brasil ocupa o 13º lugar no orçamento anual de dispêndios governamentais com a sua defesa (ver Tabela 1), sua posição cai para o 25º lugar nas exportações (ver Tabela 2).

Tabela 1 | Comparação entre orçamentos nacionais anuais de defesa (2016)

Posição	País	Orçamento (US$ bilhões correntes)	% do Produto interno bruto (PIB)	% do gasto mundial
1	USA	611,0	3,3	36,4
2	China	215,2	1,9	12,8
3	Rússia	69,2	5,3	4,1
4	Arábia Saudita	63,7	10,4	3,8
5	Índia	55,9	2,5	3,3
6	França	55,7	2,3	3,3
7	Reino Unido	48,3	1,9	2,9
8	Japão	46,1	1,0	2,7
9	Alemanha	41,1	1,2	2,4
10	Coreia do Sul	36,8	2,7	2,2
11	Itália	27,9	1,5	1,7
12	Austrália	24,6	2,0	1,5
13	Brasil	23,7	1,3	1,4
14	Emirados Árabes Unidos *	22,8	5,7	1,4
15	Israel	18,0	5,8	1,1
Subtotal 15 maiores		**1.360**	**3,9**	**81,0**
Total mundial		**1.680**	**2,2**	**100,0**

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Sipri (2017).

* Dados de 2014.

1 A título de exemplo: Estados Unidos da América (EUA), Rússia, Alemanha e Japão tiveram em 2015, respectivamente, gastos com defesa de US$ 595 bilhões, US$ 91 bilhões, US$ 47 bilhões e US$ 46 bilhões. No mesmo ano, o Brasil gastou cerca de US$ 32 bilhões, segundo Captain e Hussain (2017). Para 2018, prevê-se um gasto e respectiva participação percentual em relação ao PIB da seguinte ordem: EUA (US$ 647 bilhões – 3,5%), Rússia (US$ 47 bilhões – 2,8%), Alemanha (US$ 45 bilhões – 1,3%), Japão (US$ 44 bilhões – 1,0%) e Brasil (US$ 29 bilhões – 1,3%), segundo Aviation Week & Space Technology (2017).

Tabela 2 | Volume exportado em material de defesa (US$ milhões)

Posição (2003-2016)	País	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2003-2016
1	EUA	5.647	6.833	6.790	7.505	7.892	6.828	6.927	8.090	9.100	9.132	7.647	10.312	10.184	9.894	112.781
2	Rússia	5.171	6.284	5.175	5.194	5.568	6.265	5.030	6.172	8.658	8.317	7.779	5.103	5.554	6.432	86.702
3	Alemanha	1.660	1.121	2.063	2.762	3.310	2.378	2.534	2.735	1.345	820	727	1.762	1.792	2.813	27.822
4	França	1.441	2.324	1.842	1.706	2.410	2.007	1.929	899	1.766	1.033	1.517	1.705	2.080	2.226	24.885
5	China	700	400	286	670	505	636	1.140	1.477	1.274	1.599	2.113	1.168	1.764	2.123	15.855
6	Reino Unido	744	1.206	1.060	987	974	967	1.050	1.151	1.025	899	1.580	1.575	1.139	1.393	15.750
7	Itália	365	263	832	541	725	422	521	529	939	753	877	700	692	802	8.961
8	Espanha	95	52	108	840	601	602	951	263	1.429	546	728	1.050	1.151	483	8.899
9	Israel	444	679	510	406	544	349	737	655	572	449	432	399	694	1.260	8.130
10	Holanda	336	218	505	1.156	1.209	463	486	381	540	805	348	654	474	466	8.041
Subtotal dez maiores		16.603	19.380	19.171	21.767	23.738	20.917	21.305	22.352	26.648	24.353	23.748	24.428	25.524	27.892	317.826
25	Brasil		46	1	44	53	92	43	151	31	33	40	41	38	109	722
Total		**19.147**	**21.608**	**21.549**	**24.854**	**26.701**	**24.162**	**24.319**	**25.808**	**30.141**	**28.353**	**27.053**	**27.278**	**28.448**	**31.075**	**360.496**

Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Sipri (2017b).

O Brasil gasta relativamente pouco com sua própria defesa – 1,3% do PIB –, em um mundo em que o dispêndio mínimo anual consensado é de 2% do PIB.[2] Além disso, a regra desse mercado é que o país só consegue exportar material bélico caso suas próprias forças armadas sejam compradoras desse material. Assim, se o país compra pouco de sua base industrial de defesa (BID), exportará pouco em produtos de defesa, o que também não ajuda a ratear os custos de produção com os demais países compradores, formando um círculo vicioso. Fica assim caracterizado um claro entrave aos investimentos no setor.

No segmento espacial, embora o país conte, desde 1961, com um programa espacial e apesar de ter estabelecido como objetivo deter uma missão espacial completa, englobando as atividades de concepção e fabricação de veículos lançadores e de satélites, assim como a operação de bases de lançamento, a realidade é que o programa espacial brasileiro nunca se tornou, de fato, uma prioridade do Estado brasileiro. Isso pode ser verificado ao se observar o orçamento destinado ao programa espacial, situado em torno de 0,006% do PIB.[3] Como resultado da insuficiência e da instabilidade na aplicação dos recursos no programa espacial, atualmente há uma enorme defasagem nesse segmento no país. Embora exista grande demanda de serviços satelitais pela sociedade e essa demanda seja crescente, para comunicações, monitoramento ambiental, prevenção de catástrofes, agricultura de precisão, planejamento urbano, sistemas integrados e de aplicação dual para defesa e segurança, no Brasil tais serviços são prestados majoritariamente por empresas estrangeiras. A presente seção, entretanto, não dará ênfase ao segmento espacial, tratando-o como um subconjunto do segmento de defesa, dada a similaridade dos entraves ao desenvolvimento desses segmentos. Cabe mencionar ainda que a Estratégia Nacional de Defesa[4] destaca o segmento espacial como um dos principais, nos quais o Brasil deveria buscar autonomia tecnológica, dadas as restrições existentes de transferência de conhecimento pelos países que detêm as tecnologias de aplicação espacial. A busca do domínio dessas tecnologias, para atender aos objetivos da END, está contemplada tanto nos programas de desenvolvimento de veículos lançadores de satélites, como no Programa Estratégico de Sistemas Espaciais (Pese), conforme descrito na última revisão do Livro branco de Defesa Nacional (BRASIL, 2016b) submetido à aprovação do Congresso Nacional em 2017.

Em contraste, no segmento aeronáutico, a Embraer ocupa a posição de terceiro maior fabricante de jatos comerciais do mundo. Seu mercado é global, constituído de

2 Esse é o padrão dos países da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan). Por terem uma política de defesa comum (inclusive com os EUA), que opera "em rede", os dispêndios anuais por país são relativamente menores. No Brasil, país que não tem essa prerrogativa, os dispêndios deveriam ser superiores. O Japão tem um gasto menor, uma vez que se encontra sob a proteção dos EUA, inclusive com bases militares americanas em seu território, para fazer frente a possíveis ameaças da Rússia, da China e da Coreia do Norte.

3 Contra 0,21% dos EUA; 0,20% da Argentina; 0,15% da Rússia; 0,06% da Índia e 0,03% da China, respectivamente, conforme apresentação do Comando da Aeronáutica (Comaer) ao Congresso Nacional em 16 de agosto de 2017 (FALCÃO, 2017).

4 Instituída pelo Decreto Presidencial nº 6.703/2008. A END, assim como a Política Nacional de Defesa e o Livro branco de Defesa Nacional, é revista a cada quatro anos e submetida à aprovação do Congresso Nacional.

mais setenta empresas em sessenta países, com fornecedores também espalhados essencialmente entre a Europa e os Estados Unidos da América (EUA). Porém, a parcela da cadeia produtiva que fica no Brasil é reduzida e constituída, na maior parte, de micro, pequenas e médias empresas, que não dispõem de condições financeiras para se lançar em "parcerias de risco"[5] em programas de desenvolvimento de novas aeronaves, por exemplo. Da mesma forma, o alto custo da certificação técnica, a cargo da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac), demandada pelas pequenas empresas fabricantes de aeronaves leves,[6] é também um entrave ao crescimento desse segmento.

Gomes, Barcellos e Fonseca (2017, p. 36-38) mencionam alguns fatores que dificultam o fortalecimento da cadeia produtiva aeronáutica no país, a saber: "o acesso à matéria-prima importada para aquisições de pequenas quantidades, a carga tributária e exigências de controle impostas pelos órgãos fiscalizadores, as quais, concebidas para grandes empresas, oneram e prejudicam sobremaneira as MPMEs".

Antes de avaliar os dois segmentos (defesa e aeronáutico), é preciso indicar que não existem entraves do ponto de vista regulatório. Isso porque, no caso da defesa, o próprio Ministério da Defesa é seu agente regulador e demandante de produtos, não existindo questões regulatórias que possam gerar incertezas para o desenvolvimento de projetos de PD&I. Já para o segmento aeronáutico, o órgão regulador é a Anac. Suas diretrizes são cumpridas durante o processo de certificação de um novo programa de aeronave. Todavia, antes disso, durante os projetos de PD&I e o desenvolvimento de plataformas demonstradoras de tecnologias aeronáuticas, como será visto a seguir, não existe um ambiente regulatório estabelecido.

Da mesma forma, a formação de pessoal qualificado com nível superior para o setor não constitui entrave ao seu desenvolvimento. Isso se dá essencialmente em função da existência de instituições de ensino, como o ITA, a Universidade de São Paulo (USP) de São Carlos, a Universidade do Vale do Paraíba (Univap), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade de Brasília (UnB), e mesmo as de nível técnico, como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai).

Segmento de defesa

A partir da sanção do decreto presidencial de 2008 (BRASIL, 2008), que estabeleceu a estratégia nacional de defesa, foram dadas as condições para o adensamento industrial desse segmento. Isso recebeu então a designação de base industrial de defesa (BID), com uma série de outros conceitos e condicionalidades que embutiam incentivos ao setor:

5 "Na parceria de risco, o fornecedor da Embraer divide com ela o risco pelo desenvolvimento de itens requeridos por um novo programa, com direito às receitas das vendas futuras das aeronaves, conforme o montante do seu investimento. Esse tipo de parceiro confia no sucesso comercial do programa para receber a parte que lhe cabe pelos serviços e produtos que desenvolveu por sua conta e risco, tornando-se, assim, fornecedor cativo" (GOMES; BARCELLOS; FONSECA, 2017, p. 15).

6 Pequenas aeronaves para até dois ocupantes.

empresa estratégica de defesa (EED), produto de defesa (Prode) etc. O plano era que a BID viesse a ser contemplada, daí em diante, por cada política industrial que o país promulgasse.

No entanto, dada a concorrência representada por produtos e fornecedores estrangeiros, ficou claro que a BID só deslancharia com investimentos mínimos em PD&I. Isso de forma a propiciar o desenvolvimento dos produtos e serviços requeridos pelas Forças Armadas brasileiras, em nível equivalente ou superior ao ofertado do exterior. Desde então, as Forças Armadas do Brasil enfrentam um trilema: preço (dos produtos ou serviços) *versus* desenvolvimento da BID *versus* capacidade operacional. Aparentemente, para obter dois desses itens, quaisquer que sejam, seria preciso sacrificar um terceiro. No contexto de orçamentos de defesa insuficientes, sujeitos aos contingenciamentos fiscais dos últimos três anos, as saídas do trilema são sempre difíceis.

No entanto, do ponto de vista de política industrial, a BID deveria ser priorizada. Nesse sentido, dois entraves são aparentes: a disponibilidade de recursos para PD&I (a *alavanca* da BID), assim como para compras governamentais, pelas Forças Armadas brasileiras, de produtos de defesa ofertados pela base industrial de defesa nacional.

Atualmente, as principais fontes usadas para financiar os projetos de desenvolvimento tecnológico têm sido os recursos orçamentários da União (por meio do orçamento do Ministério da Defesa) e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (FNDCT).[7] Essas fontes são utilizadas pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), ao disponibilizar recursos não reembolsáveis para instituições de ciência e tecnologia (ICT) e empresas privadas, ou ainda reembolsáveis apenas para empresas privadas.

O BNDES, cujo envolvimento no financiamento ao segmento de defesa se deu mais fortemente a partir da década de 2010, oferece recursos não reembolsáveis (BNDES Funtec para ICTs em projetos cooperativos com empresas) e reembolsáveis para empresas privadas. Também atua como cotista no FIP Aeroespacial, um fundo de investimentos e participações, em conjunto com a Embraer, a Finep e a agência Desenvolve-SP. Seu foco são as pequenas empresas de base tecnológica em A&D.

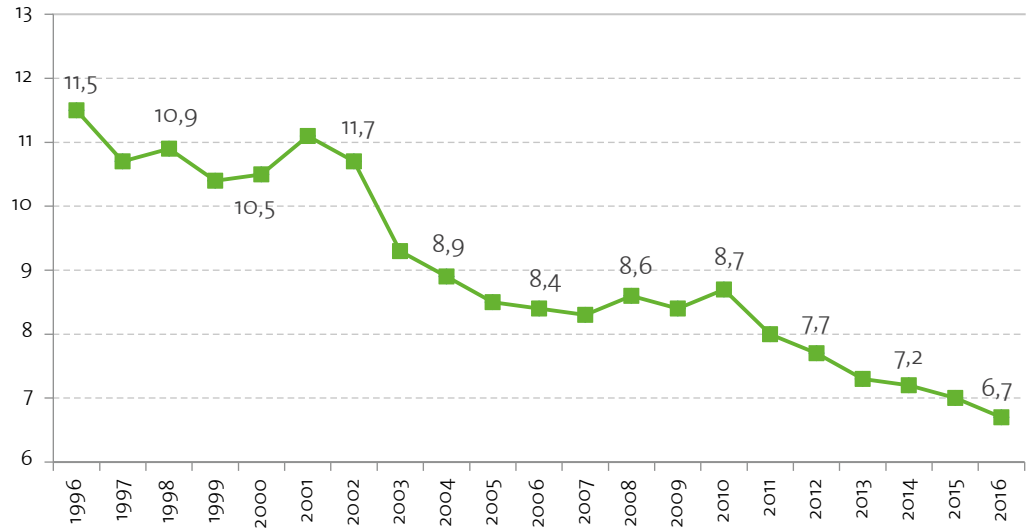
Todavia, a maior dificuldade para o desenvolvimento de projetos na área tecnológica para o segmento é que o orçamento de defesa tem tido um comportamento procíclico (ver Gráfico 1). Isso significa que, nos anos em que não há crescimento do PIB, normalmente existe queda nos gastos em defesa. Isso faz com que menos recursos sejam aplicados em PD&I para defesa e nas compras de produtos na BID nacional. Para ilustrar essa situação, o Gráfico 2 mostra a evolução, de 2009 a 2015, do orçamento total, dos investimentos e dos gastos com PD&I, no segmento de defesa.

De forma geral, desde o lançamento da estratégia nacional de defesa, em 2008, o crescimento dos investimentos em defesa ocorreu de forma mais acentuada em programas

7 Conforme Marques (2017, p. 24), "nos últimos anos, o fundo representou um quinhão de 30% a 40% do orçamento do Ministério – o restante foi destinado a despesas de pessoal e manutenção de órgãos da pasta".

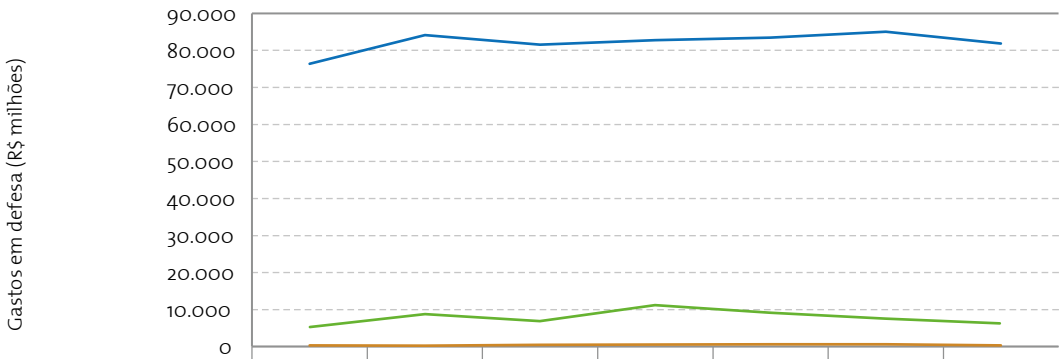
de reaparelhamento das Forças Armadas do que em PD&I para defesa. Isso decorreu de uma necessidade de atualizar os meios de defesa para refazer a capacidade de dissuasão do Brasil, dados os baixos investimentos realizados nas décadas de 1980 e 1990. Dessa forma, os investimentos nos últimos anos concentraram-se em produtos de defesa mais sofisticados, fornecidos por empresas estrangeiras, a saber: Prosub de submarinos, F-X2 de aeronaves caça, H-XBR de helicópteros de transporte, SGDC de satélite geoestacionário de defesa e comunicações estratégicas, entre outros.

Gráfico 1 | Evolução das despesas primárias em defesa como percentual da despesa primária da União (%)



Fonte: Elaboração própria, com base em dados de Brasil (2016a).

Gráfico 2 | Evolução de gastos em defesa no Brasil – 2009 a 2015



	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Orçamento total	76.360	84.102	81.565	82.791	83.473	85.079	81.873
Investimentos	4.693	8.155	6.281	10.614	8.549	6.911	5.657
Gastos em PD&I	349	253	470	590	606	670	348

Fonte: Elaboração própria a partir de dados de Brasil (2016a).

Apesar disso, deve-se salientar que esses programas de reaparelhamento (por exemplo: a compra dos jatos de combate F-X2 Gripen, fabricados pela Saab, da Suécia) trouxeram a reboque obrigações de *offset* dos fornecedores estrangeiros. Isso se materializa em contratos de compensação tecnológica, industrial ou comercial, em favor da base industrial de defesa nacional, que contribuem, ou estarão contribuindo, para elevar o nível de capacitação tecnológica da indústria de defesa nacional (por exemplo: no caso do caça sueco, o treinamento recebido por profissionais da Embraer na Saab sobre a aeronave, sua tecnologia embarcada, seu processo de fabricação, interfaces entre peças e componentes, *performances* etc.),[8] além da participação de empresas nacionais na cadeia produtiva do Gripen NG (AEL Sistemas, Akaer e GE Celma).

Outra questão estrutural que preocupa é o padrão de gastos do orçamento de defesa. **Os países com os cinquenta maiores orçamentos de defesa gastam, em média, 25% com investimentos: 18,5% em compras de produtos de defesa e 6,5% em PD&I para defesa** (DELOITTE TOUCHE TOHMATSU, 2015). No Brasil, de 2009 a 2015, do orçamento de defesa foram aplicados, em média, 8,2% em compras e apenas 0,6% em PD&I. Verifica-se, dessa forma, a defasagem do país em relação à média dos principais países. Tal situação já está preocupando as autoridades de defesa na medida em que:

> As ações do governo federal para estimular PD&I (pesquisa, desenvolvimento e inovação) devem ser insuficientes para satisfazer a indústria nacional de defesa e, menos ainda, para inserir a tecnologia brasileira no mercado internacional. A avaliação é do Ministério da Defesa no sumário executivo do documento "Cenário de Defesa 2020-2039" (BID..., 2018).

Nesse quadro, o Ministério da Defesa avalia que o atual teto de gastos, determinado pela Emenda Constitucional 95/2016, "(...) além de agravar a insuficiência orçamentária, (...) impactará projetos que visam recuperar a capacidade operacional e modernizar as Forças" (AMARAL, 2018).

Assim sendo, em matéria de política industrial, essa defasagem deveria ser superada por meio de um aumento dos investimentos em defesa, principalmente em PD&I, e em compras na BID nacional.

Em suma, podem ser apontados três grandes entraves ao desenvolvimento do segmento de defesa:

- a insuficiente disponibilidade de recursos para investimento em PD&I de defesa, assim como em compras governamentais de produtos da BID pelas Forças Armadas brasileiras;
- a recorrente imprevisibilidade na alocação de recursos orçamentários destinados à defesa; e

8 Da mesma forma, os principais fornecedores brasileiros no projeto do Gripen NG são a AEL Sistemas (aviônicos de interface piloto-aeronave), Akaer (projetos de engenharia de aeroestruturas da seção traseira da aeronave), GE Celma (revisão e manutenção dos motores da aeronave) e Mectron (integração de armamentos nacionais à aeronave e sistema de comunicação entre os caças e outras aeronaves da Força Aérea Brasileira – FAB).

- o insuficiente alinhamento entre as estratégias de defesa nacional e da indústria, com objetivos comuns de desenvolvimento tecnológico que supram as necessidades das forças nacionais e, ao mesmo tempo, possam ser aplicados em produtos competitivos de exportação.

Segmento aeronáutico

O segmento da fabricação de jatos comerciais (e mesmo de toda a fabricação aeronáutica civil) tem como destino os mercados globais. Isso vem desde os primórdios da aviação, no início do século passado, sendo tacitamente aceito e corroborado por países com as mais diversas orientações ideológicas. E a prova mais eloquente desse *status* é o fato de que aeronaves importadas pagam pouco ou nenhum tributo na maioria absoluta das jurisdições do planeta. Portanto, não há sentido em falar de indústria aeronáutica voltada ao mercado doméstico em praticamente nenhum país.

No caso do Brasil, isso se torna ainda mais marcante ao se comprovar que pequenas indústrias do interior de São Paulo (assim como do Paraná, da Bahia etc.) exportam corriqueiramente suas aeronaves leves esportivas (ALE) para os EUA. Tal se dá porque o país tem até uma vantagem comparativa: **a certificação aeronáutica brasileira – a cargo da Anac – é reconhecida (por acordos bilaterais) pelas autoridades aeronáuticas dos EUA e da União Europeia, que são a referência mundial no setor**. Portanto, uma aeronave certificada no Brasil pode ser exportada para todos os países que seguem os normativos europeus ou americanos, o que significa a maioria dos países.

Em função desse quadro geral, o segmento da indústria de aeronaves comerciais não trabalha com projeções macroeconômicas de qualquer país em particular, mesmo que seja o próprio país do fabricante. Além disso, como os ciclos de produto são longos,[9] podendo chegar a 15, vinte ou mais anos, esse segmento trabalha essencialmente com projeções de mercado para vinte anos à frente, as quais são revistas a cada ano. Cada um dos quatro principais fabricantes publica anualmente o seu *Market Outlook*, no qual são declaradas as projeções de crescimento para o PIB, já desagregado para as regiões do mundo que têm certa homogeneidade para o setor, a saber: Ásia-Pacífico, América do Norte, Europa, Oriente Médio, América Latina, CIS[10] e África.

Esses dados servem para projetar a evolução da demanda por transporte aéreo, no mundo e em cada uma das regiões, em RPK[11] (ver Tabela 3). Estimando-se a evolução da demanda, modelos econométricos de expansão, substituição e renovação das frotas de aeronaves por motivos econômicos, tecnológicos e ecológicos são então utilizados para projetar as vendas

9 Ciclo aqui entendido como compreendendo a concepção da nova aeronave, seu desenvolvimento, fabricação em série, apoio pós-venda, arrefecimento e término da produção e início da concepção de outra que virá substituí-la.

10 Commonwealth of Independent States, ou seja, a Rússia e os demais países integrantes da extinta União Soviética.

11 RPK: *revenue pax-km*, ou seja, passageiros-quilômetros pagos transportados.

de aeronaves nas diversas faixas de capacidade (número de assentos) que elas apresentam. A Tabela 4 resume essas projeções para as faixas de capacidade afetas à Embraer.

Com isso, cada fabricante pode elaborar suas metas de vendas[12] e entregas de aeronave, em um horizonte de até vinte anos, o que é extremamente importante, dados os investimentos de longo prazo que são inerentes ao setor. No caso da Embraer, por exemplo, a Tabela 4 parece indicar que o potencial de entregas de jatos comerciais, para os próximos vinte anos, estaria, na média, acima de 150 aeronaves por ano. Considerando-se que a empresa tem, de fato, entregue, em média, pouco mais de cem jatos anualmente nos últimos anos, trata-se de perspectiva promissora.

Tabela 3 | Projeções para o crescimento do PIB e do tráfego aéreo (RPK) feitas pelos principais fabricantes de aeronaves (2017-2036)

Fabricante	%	África	América Latina	América do Norte	Ásia-Pacífico	CIS	Europa	Oriente Médio
Boeing	PIB	3,5	3,0	2,1	3,9	2,0	1,7	3,5
	RPK	5,9	6,1	3,0	5,7	4,3	3,7	5,6
Airbus	PIB	3,6	3,0	2,1	4,1	2,0	1,7	3,4
	RPK	5,2	4,2	3,4	5,5	4,2	3,3	5,9
Embraer	PIB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	RPK	4,9	5,2	2,7	6,0	3,6	3,6	6,0
Bombardier	PIB	4,1	2,4	1,7	4,1	2,1	1,4	3,1
	RPK	4,2	5,1	2,1	6,0	7,2	3,7	8,1

Fonte: Elaboração própria, com base em projeções da Airbus (2017), Boeing (2017), Bombardier (2017) e Embraer (2017).

Tabela 4 | Previsão de entregas de aeronaves novas, acumuladas de 2017 a 2036, nas faixas de capacidade afetas à Embraer*

Fabricante	Tipo de aeronave	Ásia-Pacífico	América do Norte	Europa	Oriente Médio	América Latina	CIS**	África	Mundo
Airbus	Corredor único (>100 assentos)	9.812	4.754	5.249	1.082	2.084	1.009	817	24.807
	Total	**9.812**	**4.754**	**5.249**	**1.082**	**2.084**	**1.009**	**817**	**24.807**
	%	**39,55**	**19,16**	**21,16**	**4,36**	**8,40**	**4,07**	**3,29**	**100,00**
Boeing	Jato regional	270	1.600	100	20	130	220	30	2.370
	Corredor único (>100 assentos)	11.840	5.660	5.900	1.770	2.630	830	900	29.530
	Total	**12.110**	**7.260**	**6.000**	**1.790**	**2.760**	**1.050**	**930**	**31.900**
	%	**37,96**	**22,76**	**18,81**	**5,61**	**8,65**	**3,29**	**2,92**	**100,00**

(continua)

12 Segundo Boeing (2017), os 2.370 novos jatos regionais têm um valor total de US$ 110 bilhões e os 29.530 *narrowbodies*, pouco mais de US$ 3 trilhões.

(continuação)

Fabricante	Tipo de aeronave	Ásia-Pacífico	América do Norte	Europa	Oriente Médio	América Latina	CIS**	África	Mundo
Bombardier	Regional grande (60-100 assentos)	1.950	1.400	1.000	200	500	400	300	5.750
	Corredor único Pequena (100-150 assentos)	2.250	2.000	1.200	250	550	300	250	6.800
	Total	**4.200**	**3.400**	**2.200**	**450**	**1.050**	**700**	**550**	**12.550**
	%	**33,47**	**27,09**	**17,53**	**3,59**	**8,37**	**5,58**	**4,38**	**100,00**
Embraer	Corredor único (70-90 assentos)	510	1.220	270	50	70	100	60	2.280
	Corredor único (90-130 assentos)	1.200	800	880	170	620	290	160	4.120
	Narrowbody (130-210 assentos)	7.870	4.500	4.370	1.940	1.750	900	370	21.700
	Total	**9.580**	**6.520**	**5.520**	**2.160**	**2.440**	**1.290**	**590**	**28.100**
	%	**34,09**	**23,20**	**19,64**	**7,69**	**8,68**	**4,59**	**2,10**	**100,00**

Fonte: Elaboração própria, com base em projeções da Airbus (2017), Boeing (2017), Bombardier (2017) e Embraer (2017).

* Em suas projeções, a Airbus considera apenas aeronaves com mais de cem assentos. A Boeing considera como *jatos regionais*, entre outros, os seguintes modelos: CRJ, E170/175, E175E2 e ERJ-135/140/145. Já *corredor único*, o fabricante americano considera, entre outros, os seguintes modelos: CRJ-1000, CS100/300, E190/195, E190/E195E2, Boeing 737-700/800/900ER, Boeing 737-MAX7/8/9/10, A318, A319ceo/neo, A320ceo/neo e A321ceo/neo. A Bombardier elenca, entre outras, como sendo aeronave *regional grande*: CRJ700/900/1000, E170/175, E190 e ATR-72, Q400. Já pequenas e de corredor único, ela considera, entre outras, A319ceo/neo, CS100/300, E190-E2, E190/E195-E2 e B737-300/500/600/700. A Embraer não indica em suas projeções modelos de aeronaves de outros fabricantes. Limita-se a dividir as aeronaves comerciais a jato, de corredor único, conforme o número de assentos (70-90 e 90-130).

** CIS = Commonwealth of Independent States (comunidade constituída pela Rússia e alguns países que faziam parte da antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas).

No entanto, há um fator fundamental sem o qual nenhuma projeção de vendas se sustenta: a necessidade de perene atualização e evolução tecnológica dos produtos aeronaves. Existe, assim, a clara percepção de que somente um ambiente em que PD&I integrem rotineiramente as atividades fará com que cada fabricante aeronáutico mantenha a sua competitividade e, consequentemente, sua sustentabilidade a longo prazo. Portanto, não basta que o segmento aeronáutico brasileiro tenha chegado aonde chegou. É preciso ter o radar ligado nas tecnologias em constante evolução, para selecionar aquelas que poderão agregar valor no curto, médio e longo prazos.

Atualmente, existe um conjunto de tecnologias relevantes para o segmento aeronáutico e que está relacionado a diversos fatores. Entre eles, destacam-se a utilização de materiais compostos, novas ligas metálicas para estruturas aeronáuticas, motores híbridos e elétricos, voos ultrassônicos, voos a altas altitudes, voos autônomos, produção autônoma, aeronaves com asas mais alongadas (e mesmo como extensão da fuselagem), além de novas angulações das asas. Esses elementos visam proporcionar redução no consumo de combustível, o que implica menores custos operacionais e menor emissão de gases de efeito estufa, bem como redução do ruído aeronáutico. Estudos, pesquisas

e desenvolvimento de protótipos de aeronaves com os avanços tecnológicos elencados são conhecidos no mercado como a concepção de um "avião verde" (ver Figura 1).

Figura 1 | Concepções artísticas de "avião verde"

Foto: Nasa on The Commons/Wikimedia Commons.

As tecnologias mencionadas implicam o desenvolvimento de novos projetos aerodinâmicos com otimização estrutural, ou seja, aplicando-se métodos avançados de engenharia, integrando áreas de desenvolvimento e projeto, principalmente a aerodinâmica, o projeto estrutural e o controle de voo. Quando uma ou mais dessas tecnologias são incorporadas de forma experimental numa aeronave já existente, ou mesmo numa concebida especialmente para a função de ensaios e testes, dá-se a esse conjunto o nome de "plataforma demonstradora de tecnologias aeronáuticas", cujo objetivo é desenvolver tecnologias pré-competitivas até o nível de sua aplicação comercial. Tais plataformas são de uso corrente há muitos anos nos demais países fabricantes de jatos comerciais.

A partir de estudo da ABDI (2014), é possível perceber ao menos três entraves para a implementação do programa de plataformas tecnológicas aeronáuticas no Brasil. De acordo com esse estudo, apenas a plataforma do "avião verde" exigiria investimentos de US$ 308 milhões em cinco anos. Todavia, é importante destacar que:

> As empresas aeronáuticas que não dominarem particularmente a tecnologia de asa alongada provavelmente estarão fora do mercado nas próximas gerações de produto. A plataforma demonstradora tecnológica conhecida como avião verde (asa alongada) é a principal busca das pesquisas aeronáuticas atuais. Se a Embraer não dominar as tecnologias, os sistemas e o projeto de produto associados ao "avião verde", deverá ter grandes dificuldades com as futuras gerações de jatos médios, seu atual carro chefe, com grandes impactos em sua competitividade e sobrevivência (ABDI, 2014, p. 32).

Isso significa dizer que o próprio Brasil, por meio de sua fabricante de aeronaves, demais atores da cadeia produtiva aeronáutica, ICTs e outras empresas privadas, estaria condenado ao atraso tecnológico e comercial, caso não envide esforços para investir nesse tipo de desenvolvimento. A compra dessa plataforma ("avião verde") poderia ser feita por meio de uma encomenda tecnológica, instrumento previsto na Lei de Inovação 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Trata-se de uma encomenda governamental, procedimento comum a outros países, conforme já indicado em Gomes, Barcellos e Fonseca (2017), que poderia ser feita, por exemplo, por meio do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) ou ainda pelo próprio BNDES.

O segundo entrave diz respeito ao modelo de gestão governamental existente na demanda por produtos oriundos das plataformas tecnológicas aeronáuticas. Isso porque a forma usualmente adotada pelos países com indústria aeronáutica competitiva para com os programas de plataformas tecnológicas aeronáuticas tem sido a de encomenda tecnológica com recursos predefinidos, por parte de entidades governamentais.

Assim, além da já mencionada questão de instabilidade orçamentária no Brasil, isso envolveria a construção de uma governança própria, com a participação dos setores público e privado, além de institutos de pesquisa, pactuando metas a serem alcançadas e compromissos a serem cumpridos ao longo do tempo, de parte a parte. Esse modelo ainda é pouco utilizado no Brasil e, caso seja implementado para o programa de plataformas demonstradoras tecnológicas aeronáuticas, seu sucesso dependerá de compromisso e aprendizado por parte de cada um dos atores nele envolvidos.

Um terceiro entrave que deve ser levado em consideração diz respeito a um subsetor dentro da aviação geral[13] no Brasil. **Apesar de suas dimensões continentais e de ter mais de 5.500 municípios, o país conta com pouco mais de cem cidades atendidas pelo transporte aéreo regular**. Daí a importância da aviação geral para conectar diversas localidades, superando obstáculos naturais e promovendo a integração nacional, além de servir como primeiro nível na formação de pilotos para as linhas aéreas regulares.

Além disso, sua relevância econômica não deve ser subestimada. Conforme Correa Filho *et al.* (2016), estima-se que o valor adicionado bruto das atividades da aviação geral tenha

13 Considera-se aviação geral o conjunto de todas as atividades aéreas não caracterizadas como transporte aéreo regular (aviação comercial), transporte aéreo fretado (voos *charter*) e aviação militar. É constituída essencialmente de aeronaves de pequeno porte.

sido de aproximadamente R$ 12,5 bilhões em 2013 e que a soma das remunerações de mais de 24 mil profissionais que nele atuavam girava em torno de pouco mais de R$ 4 bilhões. Esses números referem-se apenas às atividades diretamente relacionadas à aviação geral (por exemplo: a fabricação de aeronaves e componentes, a operação e a manutenção da frota). Cabe destacar que, para cada R$ 1 demandado pela aviação geral, R$ 3,71 são adicionados à economia brasileira e que, para cada emprego gerado na aviação geral, outros oito são necessários nos demais setores para manutenção das atividades desse segmento (ABAG, 2014).

Faz parte da aviação geral a fabricação nacional de aeronaves leves e experimentais, constituída por fabricantes de pequeno e médio portes (ver Figura 2). Pode-se dizer que esse subsetor é também uma base inicial na formação de futuros pilotos.[14] No intuito de fortalecer esse subsetor da aviação geral, de 2005 a 2015 o BNDES financiou mais de R$ 1,9 milhão para os fabricantes de aeronaves leves e mais de R$ 12 milhões à compra de aeronaves leves nacionais por meio do Cartão BNDES, do BNDES Finame e do BNDES Automático. Nesse período, essas aeronaves financiadas pelo BNDES representaram 11% das 934 no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) e que foram fabricadas e comercializadas no país (CORREA FILHO *et al.*, 2016). É importante ressaltar que a criação e a manutenção de empregos na indústria aeronáutica são um paradigma perseguido por todos os países que incorporam esse setor em suas economias.

Em virtude do crescimento da frota de aeronaves leves e do número de acidentes ocorridos, o órgão regulador da aviação americana, a Federal Aviation Administration (FAA), resolveu elaborar estudos para aprimorar o processo de certificação desse tipo de aeronave, sendo acompanhada em 2011 por seus congêneres europeu e brasileiro, a saber: a European Aviation Safety Agency (Easa) e a Anac.

Assim, em 2014, a Anac lançou o programa iBR2020,[15] cujo objetivo é "estimular os fabricantes nacionais a desenvolverem atividades visando à certificação de uma aeronave de projeto próprio, concomitante à implantação de um sistema de qualidade nos moldes da ISO 9001" (CORREA FILHO *et al.*, 2016, p. 218**)**. Como visto, a Anac tem acordos bilaterais de certificação mútua com os EUA e a União Europeia, portanto

> as transformações pelas quais os fabricantes terão que passar para cumprir os requisitos propostos pela ANAC exigirão a elevação da qualificação de seus empregados e a adequação de seus processos de produção, o que irá torná-las mais competitivas. A certificação de novos projetos de aeronaves, viabilizada por essas transformações, abrirá oportunidades no mercado externo (CORREA FILHO *et al.*, 2016, p. 250).

14 Verifica-se no Brasil, tal como em outros países, um aumento no número de pilotos amadores, os quais voam suas próprias aeronaves (CORREA FILHO *et al.*, 2016).

15 Os fabricantes que aderirem ao iBR2020 deverão apresentar modelos de aeronaves (consideradas como de pequeno porte) e que tenham as seguintes características: avião monomotor a pistão; peso máximo de decolagem entre 751 kgf e 1.750 kgf; velocidade de estol (VSO) menor ou igual a 61 nós; capacidade de ocupação de dois a cinco lugares, incluindo o piloto; e cabine não pressurizada.

Figura 2 | Aeronave Paradise, cuja comercialização no país pode ser financiada pelo BNDES

Foto: Renato Spilimbergo Carvalho/Wikimedia Commons.

Novamente, tal quadro parece indicar a necessidade de um esforço para ampliar a oferta de investimentos para esse importante subsetor da indústria aeronáutica, tanto quanto medidas que possam viabilizar o seu enquadramento para a obtenção de financiamento público. Nesse sentido, os índices de conteúdo nacional aferidos para o credenciamento BNDES Finame das aeronaves leves para o financiamento a sua comercialização encontram-se em processo de revisão. No caso desse subsetor, devem ser levadas em conta a sua especificidade[16] e, acima de tudo, as externalidades positivas que ele gera e tem potencial para gerar (por exemplo: empregos diretos e indiretos, mão de obra altamente qualificada, exportações etc.).

Resumindo, podem ser apontados três entraves:

- O papel e a importância das plataformas demonstradoras tecnológicas aeronáuticas ainda carecem de consolidação no país, fazendo com que a indústria aeronáutica nacional e sua cadeia produtiva fiquem defasadas. A iniciativa por parte de entidades governamentais é fundamental para superar esse entrave junto à indústria e às ICTs.

16 Conforme visto em Correa Filho *et al.* (2016), muitos dos insumos utilizados são importados. Todavia, e cada vez mais, a concepção intelectual de novos produtos e tecnologias (por exemplo, um projeto de aeronave) é um ativo inestimável e de difícil valoração.

- Há claras dificuldades culturais e de governança para com o gerenciamento de demandas por plataformas demonstradoras tecnológicas aeronáuticas, ou seja, existe a necessidade premente de criar ou reforçar uma adequada institucionalidade de PD&I.
- Há necessidade de mais investimentos para a indústria de aeronaves leves e revisão das condições de credenciamento BNDES Finame de forma a potencializar a comercialização dessas aeronaves via financiamento.

Como potencializar o setor de A&D?

Antes de abordar as agendas para o setor, é importante identificar algumas características que definem os segmentos de aeronáutica e de defesa. As necessidades de desenvolvimento tecnológico para cada segmento não são exatamente as mesmas, estando associadas a desafios de longo prazo. Isso se dá muito embora, como visto, possa existir o uso comum de um conjunto de tecnologias por parte de empresas que frequentemente atuam nos dois segmentos.

Quanto ao mercado para os produtos de A&D, o segmento de defesa tem no Estado seu cliente por excelência. Isso porque a exportação de produtos de defesa só ocorre quando os clientes externos (na sua essência, forças armadas estrangeiras) estão seguros quanto ao bom desempenho dos produtos, após a compra e o uso pelas forças armadas do país no qual foram produzidos. Isso não se aplica ao setor aeronáutico, no qual o mercado, ainda que global, é constituído, em sua maior parte, de empresas privadas, sejam elas aéreas ou de arrendamento mercantil – *leasing* – de aeronaves. O Brasil tem na Embraer, que fabrica aeronaves a jato de até 150 assentos, um sucesso inconteste nesse segmento. Fruto de sua maturidade tecnológica e da qualidade do corpo técnico, a Embraer tem ampliado o seu portfólio ao desenvolver também novos produtos de defesa, como a aeronave de transporte KC-390, desenvolvida com o patrocínio integral do Comando da Aeronáutica (ver Figura 3).

A experiência das últimas décadas tem mostrado a dificuldade de buscar a cooperação internacional para o desenvolvimento de tecnologias de defesa, tidas como "sensíveis". As demandas de um país nesse campo implicam sua autonomia tecnológica, razão pela qual ela é dificilmente transferida entre empresas ou entidades de diferentes países. A visão prevalecente é que disso resultam, em grande medida, o grau de soberania e o nível de segurança nacional de cada país.

Já no segmento aeronáutico, tendo em vista o uso civil e comercial, é muito comum a cooperação tecnológica entre um fabricante de aeronave –*original equipment manufacturer* (OEM) – e as empresas que são seus fornecedores de partes, peças e sistemas principais (por exemplo: turbinas, aviônicos, sistemas elétricos, sistemas de controle de voo etc.), os quais se encontram espalhados pelo mercado global. Essa cooperação tem promovido, muito frequentemente, o estabelecimento de parcerias de risco entre fornecedores e OEMs.

Figura 3 | A aeronave KC-390, que desempenhará as missões de cargueiro e avião-tanque na FAB

Foto: PauloMSimoes/Wikimedia Commons.

Isso posto, no caso brasileiro, vislumbram-se dois conjuntos de tecnologias (para os segmentos de defesa e aeronáutico) cujo apoio ao desenvolvimento seria meritório, para não só atender à demanda doméstica como também alavancar oportunidades comerciais para a exportação dos produtos acabados, a saber:

- **Conjuntos de tecnologias para os segmentos de defesa e espacial**
  Redes de comunicação (*hardware*, *software*, integração de sistemas); segurança cibernética; óptica e eletrônica avançada para comando e controle; sensores especiais para plataformas militares e comando e controle; fusão de dados para comando e controle; inteligência artificial para comando e controle; sistemas autônomos; sistemas completos dotados de inteligência e tomada de decisão; sistemas de armazenamento de energia; sistemas de geração e recuperação de energia; materiais avançados: compósitos, ligas metálicas e outros; modelagem e simulação para aplicação em sistemas de propulsão e para furtividade de plataformas militares aeroespaciais; nanotecnologia para aplicação em sensores de posicionamento.
- **Conjuntos de tecnologias para os segmentos aeronáutico e espacial**
  Projetos de aeroestruturas em materiais compostos; manufatura de aeroestruturas em materiais compostos; modelagem e simulação para novos projetos de aeroestruturas; materiais avançados – compósitos, ligas metálicas e

outros; eletrônica embarcada para controladores de servoatuadores[17] para aeronaves; nanotecnologia para aplicação em sensores de saúde estrutural e em materiais para estruturas primárias de aeronaves.

Em ambos os casos, o país já conta com empresas (de pequeno e médio portes), a maioria de controle nacional, e, dependendo da tecnologia a ser desenvolvida, considera-se que a atuação em parceria com ICTs seria fundamental pela complementaridade dos conhecimentos envolvidos. Especificamente no segmento de defesa, as empresas são do setor de tecnologias da informação e comunicação.[18] Já no segmento aeronáutico, estão distribuídas pelos segmentos aeroespacial, metal-mecânico e petroquímico.[19]

No que diz respeito aos ICTs para a defesa, os vários ICTs das Forças Armadas[20] estão capacitados a estabelecer aquelas parcerias, uma vez que contam com mais de quarenta laboratórios, nos quais boa parte de seus pesquisadores (mestres e doutores) está dedicada integralmente à pesquisa. Já no segmento da aeronáutica, o país conta com ICTs que, em seu conjunto, compreendem 204 laboratórios, embora boa parte dos pesquisadores seja formada por professores, o que restringe uma dedicação integral à pesquisa (DE NEGRI, 2016).

Portanto, constata-se a existência de um conjunto de tecnologias já identificadas e que se deseja desenvolver. Constata-se também a existência de empresas privadas brasileiras capazes de atuar em conjunto com ICTs, ambos contando com mão de obra qualificada e capacitada. Não obstante a existência de tais condições favoráveis, resta mais uma vez a questão que permeia toda a sustentabilidade de uma agenda tecnológica aeroespacial e de defesa para o Brasil: recursos financeiros para investimento em P,D&I.

Segundo Marques (2017), em 2014 o Brasil investiu em P,D&I 1,27% do seu PIB, o que correspondeu a R$ 73,6 bilhões. No mesmo ano, a Coreia do Sul investiu 4,23%, o Japão, 3,49%, a Alemanha, 2,87%, os EUA, 2,78%, e a China, 2,06%, em relação aos respectivos PIBs. Diferentemente do Brasil, nesses países o setor privado contribuiu com mais de 60% do total de investimentos. Ainda segundo aquele autor, deve ser ressaltado que nos EUA a maior parte dos investimentos é feita em ministérios ligados a setores fortes da economia (como defesa e energia), enquanto no Brasil a maior parte dos recursos é destinada ao Ministério da Educação (MEC), ao Ministério da Cultura (MinC) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Em 2015, os 34 países que constituem

17 Mecanismos, envolvendo *hardware* e *software*, que traduzem o comando que o piloto faz no *manche/joystick* em movimento de superfícies de controle (*flaps*, *ailerons* etc.) da aeronave.

18 Por exemplo, para as redes de comunicações, há as seguintes empresas: AEL Sistemas, Atech e Savis (ambas do grupo Embraer), Datacom, Dígitro, Fundação Exute, Geocontrol, Iacit, Imbel, Motorola Solutions, Radix Engenharia e Rockwell Collins do Brasil.

19 Para a manufatura de aeroestruturas em materiais compostos, citam-se: Alltec, Ancel, RFP, Modelação Flórida e Barracuda Advanced Composites.

20 Como o Centro Tecnológico da Marinha (CTMSP), em São Paulo; o Centro de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército Brasileiro (Ccomgex); e o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), da Força Aérea Brasileira.

a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) investiram, em média, 2,4% do PIB em PD&I. Percebe-se, por conseguinte, o quanto o Brasil se encontra defasado em relação às demais nações.[21]

De fato, de acordo com um importante estudo (WEF, 2017), **a pontuação do Brasil quanto a PD&I fez com que, num *ranking* global, o país ficasse em centésimo lugar, bastante atrás dos demais integrantes do Brics (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Na própria América do Sul, o Brasil estaria atrás do Chile, Colômbia, Argentina e Uruguai.**

Isso posto, a potencialização do setor de A&D – no qual o país tem clara vantagem comparativa – e a remoção dos entraves aqui elencados dependem necessariamente de uma decisão de Estado de eleger os investimentos em PD&I como principal instrumento capaz de alavancar o desenvolvimento tecnológico do país, em particular no setor de A&D. Isso faz com que seja imperioso não só o aumento substancial do percentual do PIB a ser investido em PD&I (pelo menos, 2% anuais), mas, sobretudo, o redirecionamento de maiores parcelas para os setores da economia[22] em que os avanços tecnológicos demandam, por sua natureza, recursos financeiros significativos. Isso requer ainda que esses recursos não sejam retidos por eventos circunstanciais de natureza fiscal (por exemplo: contribuir para superávit primário), sob pena de comprometer um setor industrial no qual o país tem vantagem inconteste. Finalmente, há que se instituir uma governança capaz de gerenciar de forma profissional a aplicação desses recursos, com projetos, metas e prazos claramente definidos. Órgãos públicos, como o BNDES, o DCTA e a Finep estão entre os que certamente poderiam contribuir para tais desenvolvimentos potencializadores do setor de A&D no país.

No segmento aeronáutico, a potencialização está intimamente relacionada à remoção dos entraves descritos na subseção "Segmento aeronáutico", em especial na viabilização dos investimentos associados ao programa de plataformas demonstradoras aeronáuticas no Brasil. Como o mercado associado ao segmento aeronáutico é global, os investimentos necessários à sua potencialização são independentes dos cenários de crescimento econômico nacionais.

No segmento de defesa, a potencialização requer que, de alguma forma, sejam revistas as disposições da Emenda Constitucional 95/2016, garantindo a aplicação de um percentual mínimo do PIB exclusivamente em investimentos em PD&I para defesa e compras governamentais de produtos de defesa na BID nacional.

Uma agenda de transformação para o setor de A&D

Diante do exposto, ainda cabe recordar a análise que Gomes, Barcellos e Fonseca (2017) fizeram do setor de A&D no Brasil, cotejando-o com a experiência internacional. Nela,

21 Conforme Marques (2017), o principal prejuízo ao FNDCT foi o bloqueio de recursos que, de 1999 a 2011, representou 48% do total arrecadado. Em 2016, do total de R$ 3,4 bilhões do fundo, R$ 1,6 bilhão foram contingenciados.

22 Defesa, por meio do Ministério da Defesa; energia, por meio do Ministério de Minas e Energia.

estão evidenciadas algumas constatações a respeito do apoio governamental brasileiro ao setor. Embora o país fabrique jatos comerciais e executivos (Embraer), helicópteros de pequeno e médio portes (Helibrás) e aeronaves experimentais (diversas empresas de pequeno porte), existem as seguintes carências significativas:

- a cadeia produtiva aeroespacial brasileira é pouco desenvolvida *vis-à-vis* a outros países fabricantes de aeronaves;[23]
- o Brasil não tem no momento uma política pública (política industrial) própria para o setor de A&D;[24]
- o Brasil não conta com um órgão governamental específico de apoio ao setor de A&D, que, em muitos outros países, não só coordena os investimentos, mas também é demandante por estudos, pesquisas, protótipos etc.;[25]
- a experiência brasileira de *clusters*[26] aeroespaciais é bastante incipiente e praticamente limitada à cidade de São José dos Campos; e
- o país não tem instrumentos específicos de apoio financeiro para PD&I em A&D.[27]

Por essas razões, uma agenda de transformação do setor de A&D deverá ter como pressupostos:

1. Uma decisão de Estado no apoio ao setor de A&D, por ser este um gerador de novos avanços tecnológicos capazes de transbordar para outros setores da economia, compreendendo a geração de empregos de alta qualificação[28] e exportações de alto valor agregado e conteúdo tecnológico.
2. Definição de política pública específica para o setor de A&D, que deve, minimamente, contemplar:

---

23 Apesar de ter exportado mais de US$ 6,5 bilhões em 2016, nesse mesmo ano, segundo a Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil (Aiab), o setor empregava 22.100 profissionais (<http://www.aiab.org.br/numeros-da-aiab.asp>). O Marrocos, que não fabrica aeronaves e desde o início da década de 2000 passou a ter um setor de A&D, emprega dez mil profissionais nesse setor.

24 Na esfera federal, o Plano Brasil Maior (2012) tinha uma seção sobre A&D, mas esse plano expirou em 2014, não tendo surgido outro que lhe desse continuidade.

25 O estatuto da Anac (Decreto 5.731, de 20 de março de 2006) dispõe apenas que uma de suas missões é a de fomento ao setor.

26 "... locais nos quais várias empresas do setor são implantadas no intuito de aproveitar externalidades positivas, por exemplo, existência de mão de obra qualificada, nível competitivo de salários, incentivos fiscais, existência de instituições de pesquisa, universidades, boa infraestrutura de transporte e comunicações e, sobretudo, planos governamentais de apoio para a sustentabilidade dos negócios" (GOMES; BARCELLOS; FONSECA, 2017, p. 16-17).

27 Exceto iniciativas temporárias, como o FIP Aeroespacial, já mencionado, e de fomento, como o Inova Aerodefesa, além da Lei do Bem (Lei 11.196, de 21 de novembro de 2005) como instrumento de isenção fiscal. Segundo estudo realizado no *cluster* aeroespacial existente em São José dos Campos, mesmo algumas dessas iniciativas não puderam ser utilizadas por três motivos: "os incentivos eram disponíveis para empresas que escolhiam o método de taxação pelo 'lucro real', enquanto as pequenas e médias empresas utilizavam a taxação pelo sistema de 'lucro presumido'; as empresas não dispunham de organização interna capaz de segregar gastos com PD&I dos demais gastos; insegurança na compreensão da legislação por parte das empresas, além de desconfiança das autoridades tributárias em relação ao julgamento do que seriam os gastos de PD&I" (GOMES; BARCELLOS; FONSECA, 2017, p. 38).

28 *Aerospace jobs* tornou-se uma expressão-chave nas políticas públicas de A&D dos EUA, União Europeia, Canadá etc.

- a instituição ou a designação de órgão governamental específico para coordenação, gerenciamento e demanda de investimentos para o setor, incluindo captação e aplicação de recursos financeiros em projetos, estudos, pesquisas e até mesmo em plataformas demonstradoras de tecnologias aeronáuticas;
- o estabelecimento de um percentual mínimo de 0,5% do PIB[29] para investimentos em PD&I para o setor e para encomendas, pelas Forças Armadas brasileiras, de produtos de defesa fornecidos pela BID nacional, sendo os recursos segregados do orçamento da União ou de qualquer outro elemento que possa ensejar descontinuidade na aplicação dos recursos, devendo ter a característica de orçamento determinativo e ser plurianual;
- a redefinição de parâmetros para o credenciamento BNDES Finame às empresas/produtos do setor, de forma a facilitar o acesso ao financiamento à comercialização; e
- a instituição de incentivos fiscais simplificados que possam estimular o investimento privado no setor.

Considerações finais

A evolução tecnológica que cada vez mais se verifica no sistema produtivo como um todo, e em particular no setor de A&D, requer dos países que contam com um setor industrial de A&D a sensibilidade de incorporar as melhores práticas de seus concorrentes.

A história recente tem demonstrado que mesmo países que não fizeram parte dos primórdios da aviação, mas tiveram a perspicácia de perceber sua evolução tecnológica e compreender a sua grande importância econômica e estratégica, puderam adentrar o setor de A&D, desempenhando algum tipo de atuação relevante na atualidade (Marrocos, México, Turquia, China etc.).

No caso do Brasil, se há um inegável sucesso relativo do setor de A&D – especialmente no segmento aeronáutico (jatos comerciais) –, há claros entraves ao crescimento.[30] O papel do governo como coordenador e indutor de investimentos de PD&I, por meio de políticas públicas, ainda está para se consolidar de forma que o país se alinhe às demais nações *concorrentes*.

Nesse contexto, **a implantação de um programa de plataformas tecnológicas desponta como passo vital em PD&I para atrair e alavancar novos investimentos, seja para o seg-**

29 Isso colocaria o padrão de gastos do Brasil nesse segmento em linha com os países com indústria de defesa relevante em termos mundiais, dando à BID nacional condições de se desenvolver e competir internacionalmente.

30 É de se notar o fato de que a receita operacional líquida da Embraer oscila em torno de US$ 6 bilhões há mais de cinco anos. As conversas ora em curso entre Boeing, Embraer e governo, a respeito de uma combinação entre as duas empresas, têm, como pano de fundo, a suspeita de um quadro de estagnação do setor de A&D no Brasil.

mento de jatos (executivos ou comerciais), seja para o de aeronaves leves. Além disso, a volatilidade e o contingenciamento impactam de forma recorrente os orçamentos anuais da defesa. Tais incertezas precisam ser progressivamente atenuadas ou eliminadas, para primeiro se estabilizar e, a seguir, propiciar o crescimento sustentado tanto da BID quanto de sua contraparte civil.

Em um cenário um pouco mais ambicioso, o pressuposto básico para a realização do potencial brasileiro no setor de A&D ("potencialização") é que os entraves acima apontados serão eliminados. Com isso, descortina-se um amplo leque de tecnologias, já mapeadas (ver seção "Como potencializar o setor de A&D?"), cujo apoio ao desenvolvimento seria meritório. Se levado a cabo, tal processo propiciaria ao país realizar seu potencial de se equiparar aos desenvolvimentos ora em curso nos países centrais, abandonando a sua atual condição de *quick follower*. Por sua própria natureza, tal condição é instável e de sustentabilidade questionável.

Já a agenda de transformação para o setor de A&D requer não somente que a etapa de potencialização acima seja atingida. Não existe mistério no fato de que os países que chegaram a esse estágio trataram e tratam o setor de A&D como questão de Estado, para muito além dos aspectos econômicos, tecnológicos e regulatórios que ensejam. O corolário disso é que existe toda uma institucionalidade – pública e privada (GOMES; BARCELLOS; FONSECA, 2017) –, única para esse setor da economia. Em cada país, ela opera de forma contínua e orgânica, propiciando o crescimento sustentável do setor de A&D ao longo de décadas, gerando benefícios já há muito conhecidos e mapeados.

Portanto, trata-se aqui de desafios destinados a serem enfrentados e superados, sendo que, antes do fim dessa década, é necessário que a visão acima delineada já tenha sido ao menos objeto de debates e consolidação. Isso sob pena de o Brasil chegar a 2035 tendo perdido o bonde da história, ficando defasado tecnologicamente, com a perda de tudo o que foi conquistado até hoje, tornando-se um ator secundário no cenário mundial de A&D e com grandes perdas para sua economia.

Referências

ABAG – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AVIAÇÃO GERAL. *Anuário Brasileiro de Aviação Geral* 2014. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.abag.org.br/anuario_aviacao/documents/Anuario_Brasileiro_Aviacao_Geral_2014.pdf>. Acesso em: 3 set. 2015.

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Plataformas demonstradoras tecnológicas aeronáuticas*. 2014. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Plataformas%20Demonstradoras%20Tecn%20ªero%20-%20Publicacao.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

AIAB – ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS AEROESPACIAIS DO BRASIL. *Números da* AIAB. 2017. Disponível em: <http://www.aiab.org.br/numeros-da-aiab.asp>. Acesso em: 26 dez. 2017.

AIRBUS. *Global market forecast*: growing horizons 2017/2036. Disponível em: <http://www.airbus.com/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=-XzLcr5Cz8YtOxlluzmrQs9prU3F9XKz_yDqQ15mrxY>. Acesso em: 30 out. 2017.

AMARAL, L. *Força militar*: orçamento limitado por teto pode deixar Forças Armadas mais obsoletas e preocupa militares. 22 jan. 2018. Disponível em: <https://forcamilitar.com.br/7245/orcamento-limitado-por-teto-pode-deixar-forcas-armadas-mais-obsoletas-e-preocupa-militares/>. Acesso em: 25 jan. 2018.

ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Decreto nº 5.731, de 20 de março de 2006. Dispõe sobre a instalação, a estrutura organizacional da Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC e aprova o seu regulamento. Disponível em: http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/decretos/decreto-no-5-731-de-20-03-2006. Acesso em: 30 out. 2017.

AVIATION WEEK & SPACE TECHNOLOGY. *Aeroespace & Defense* 2018. December 25, 2017-January 14, 2018.

BID: Defesa vê pouco estímulo do governo à pesquisa e inovação. Indústria de Defesa & Segurança. 22 de janeiro de 2018. Disponível em: <http://defesaeseguranca.com.br/bid-defesa-ve-pouco-estimulo-do-governo-a-pesquisa-e-inovacao/>. Acesso em: 23 jan. 2018.

BOEING. *Current market outlook* 2017-2036. Disponível em: <http://www.boeing.com/resources/boeingdotcom/commercial/market/current-market-outlook-2017/assets/downloads/2017-cmo-6-19.pdf>. Acesso em: 30 out. 2017.

BOMBARDIER. *Market forecast* 2017-2036. [2017] Disponível em: <http://ir.bombardier.com/var/data/gallery/document/01/87/55/05/15/BCA-2017-2036-Market-Forecast-EN.pdf>. Acesso em: 30 out. 2017.

BRASIL. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. 19 dez. 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm. Acesso em: 26 dez. 2017.

_____. Ministério da Defesa. Execução Orçamentária. Séries Estatísticas. 2000-2015. 2016a. Disponível em: <http://defesa.gov.br/arquivos/lai/acoes_programas/ppa/serie_est_2015.pdf>. Acesso em: 30 out. 2017.

_____. Ministério da Defesa. Livro branco de Defesa Nacional. Versão sob apreciação do Congresso Nacional (Lei Complementar 97/1999, art. 9º, § 3º). 2016b. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/livrobranco-de-defesa-nacional-consulta-publica-12122017.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2018.

_____. Emenda Constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016. 2016c. Altera o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o Novo Regime Fiscal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc95.htm. Acesso em: 26 dez. 2017.

CAPTAIN, T.; HUSSAIN, A. 2017 *Global aerospace and defense sector outlook. Growth prospects remain upbeat*. Deloitte Touche Tohmatsu Limited, 2017. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/manufacturing/articles/a-and-d-outlook.html >. Acesso em: 26 dez. 2017.

CORREA FILHO, S. L. S. *et al*. Panorama do mercado e da produção nacional de aeronaves leves. BNDES *Setorial*, Rio de Janeiro, n. 43, p.[209]-255, mar. 2016. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/9582>. Acesso em: 16 nov. 2017.

DELOITTE TOUCHE TOHMATSU. *Global Defense Outlook 2015 Defense and Development*. Deloitte Touche Tohmatsu Limited, 2015. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Public-Sector/gx-2015-deloitte-global-defense-outlook.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (org.). *Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil*. Brasília: Ipea, Finep, CNPq., 2016, 637 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_sistemas_setoriais.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2017.

EMBRAER. *Market Outlook* 2017. Disponível em: <https://www.embraermarketoutlook2017.com/wp-content/uploads/2017/07/Embraer-Market-Outlook_2017.pdf>. Acesso em: 30 out. 2017.

FALCÃO, D. Comandante sugere novos processos de governança para área espacial. *Brazilian Space*. 16 ago. 2017. Disponível em: <http://brazilianspace.blogspot.com.br/2017/08/comandante-sugere-novos-processos-de.html>. Acesso em: 1º mar. 2018.

GOMES, S. B. V.; BARCELLOS, J. A.; FONSECA, P. V. R. Panoramas setoriais 2030: aeroespaço e defesa. In: Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017. p. [205]-225.

_____. O apoio ao desenvolvimento do setor de aeroespaço e defesa: visões da experiência internacional. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 45, p.[7]-55, mar. 2017. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11759>. Acesso em: 13 nov. 2017.

MARQUES, F. Financiamento em crise. *Pesquisa Fapesp*, n. 256, jun. 2017. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2017/06/020_financiamento_256.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2018.

SIPRI – STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE. SIPRI Military Expenditure Database. 2017a. Disponível em: https://www.sipri.org/databases/milex.. Acesso em: 13 nov. 2017.

_____. Importer/Exporter Tiv Tables. 2017b. Disponível em: <http://armstrade.sipri.org/armstrade/page/values.php>. Acesso em: 13 nov. 2017.

WEF – WORLD ECONOMIC FORUM. *The Global Competitiveness Report* 2017-2018. 2017. Disponível em: < http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2018.